

The background of the entire page is a high-angle, close-up photograph of an iceberg. The ice surface is highly textured with numerous ridges, grooves, and small ice floes, creating a complex, undulating pattern. The lighting is dramatic, with bright highlights on the peaks and deep shadows in the crevices, giving the ice a three-dimensional appearance. The colors range from deep blues to bright whites.

# 失衡?

## 全球冰盖加速消融

在 2010年8月，一座体积为曼哈顿岛四倍大小的冰山从格陵兰岛西北海岸断裂脱离，漂流入大海。这是北极水域自1962年以来在近100平方英里海域内出现的最大的冰山，表明了格陵兰岛的冰冻景观正在发生着重大的变化<sup>1</sup>。

这座分离出来的冰山来自体积大得多的彼得曼冰川，从格陵兰岛漂流到沿海峡湾内部，冰山分离的原因还不清楚。这可能是普通的冰川动力学在起作用，而事实上，经常有冰山从彼得曼冰川分离出来，虽然一般不会这么大。但冰山的不同寻常的体积可能预示着全球变暖效应，而这正是科学家们所担忧的。

冰川和构成地球冰冻圈其他冰冻物质的加速融化已成为一种普遍现象。除了发生在格陵兰岛的冰川断裂之外，西南极洲离岸的沿海冰川也正在变薄，其中一个巨大的冰盖包含了足以将海平面升高超过20英尺的水量，引起了越来越多的关注。同时，科罗拉多大学博尔德分校（University of Colorado, Boulder）国家冰雪数据中心（National Snow and Ice Data Center, NSIDC）的研究员Richard Armstrong认为，全世界大量的陆地冰川也都在逐渐消融。

“目前冰川的消融存在着巨大的地区差异，所以会出现一些异常的趋势，” Armstrong说。“但在一般情况下，地球在变暖，大部分地区的冰川在缩小。”同样，世界冰盖层的变化对人类健康的影响是因地区而异。

### 没有简单的答案

冰川撤退常常被形容为全球变暖最引人入胜的体现。但是，想简单地概括气候对冰冻圈的影响并不容易。冰川、冰原和季节性积雪是带有许多未知因素的复杂气候系统的一部分。

在格陵兰伊卢利萨特冰峡湾，融化的雪水从一座冰山上奔驰而下。这座冰山是从瑟梅哥—库雅雷哥（Sermeq Kujalleq）冰川断裂分离出来的，瑟梅哥—库雅雷哥（丹麦语称之为Jakobshavn Isbrae）是世界上流速最快、最活跃的冰川之一。1993年至2003年间，瑟梅哥—库雅雷哥冰川的断裂速度提高了近一倍<sup>25</sup>。

©2011 Paul Souders/Worldfoto

纽约州立大学布法罗分校 (State University of New York at Buffalo) 地球物理学副教授 Beata Csatho 说, 冰川学是一门新兴学科, 尚处于以数据收集为主的观测阶段。科学家们现在才开始对这些数据进行模拟以预测其未来变化趋势, 她说。但目前尚不确定气候变化如何影响冰冻圈, 这可能会让那些想要知道明确答案的公众感到失望, 无论他们是支持或反对全球变暖的这一假设。这使得冰川学家们处于两难的境地, 促使他们过早地得出结论, 遭到误解围攻。

亚利桑那大学 (University of Arizona) 冰川学家 Jeffrey Kargel 说, 怀疑论者通常会举一个或两个冰川前进的例子作为证据来表明人类没有对气候变化造成影响, 他们可能言过其实了。目前几乎一致的共识是, 人为的温室气体排放可能加速了持续变暖的趋势, 虽然多少尚不确定, 现在甚至是对气候变化持怀疑态度的人也认同这一说法<sup>2</sup>。1906年至2005年间, 全球平均气温升高了 $0.74^{\circ}\text{C}$ <sup>3</sup>, 过去60年间北半球的平均气温可能为过去1300年来最高<sup>4</sup>。

一些科学家担心, 如果气候变暖持续下去, 全球冰川消融可能会导致灾难性后果。根据联合国政府间气候变化专门委员会 (United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 的数据, 海平面已经以更快的速度上升, 1993年至2003年间, 全球海平面平均上升速度为每年0.1英寸, 是1961年至2003年年均海平面上升速度的近两倍<sup>5</sup>。若海平面继续上升, 会迫使数百万人搬离家园。

IPCC 预计, 到本世纪末, 世界任何地方的海平面上升水平将从7英寸变为2英尺<sup>3</sup>。若海平面上升了2英尺, 美国将有一万平方英里海岸线消失, 低洼沼泽地和湿地将被破坏, 盐水入侵将污染淡水蓄水层, 并易受风暴侵袭的几率将增加<sup>5</sup>。最近, 另一小组预测, 下个世纪的海平面将上升3英尺, 全世界的沿海城市都将会被淹没<sup>6</sup>。

## 北极的变化

北极的气温增加为全球平均气温增加速度的两倍, 堪称变暖最快的地方<sup>7</sup>。20世纪90年代以来, 北极格陵兰西部沿海水域持续变暖, 与此同时, 科学家们已经证明岛上的冰川及其内部的冰盖也在大量的变薄或发生不断的冰层流失, 据各方面估计, 融化的冰层含有的淡水约占世界淡水总量的8~10%<sup>8</sup>。如果这种现象持续发生的话, 科学家们说, 相当大部分的格陵兰岛冰层融化后可能会最终流入海洋, 使得海平面升高达23英尺, 足以淹没伦敦和洛杉矶<sup>9</sup>。

NSIDC 的科学家 Walt Meier 说, 反射现象 (反照率) 可用于解释为什么北极地区会出现这么高的变暖速度: 即海冰在深色的海洋表面发生融化时, 易于吸收阳光, 而不是将其反射回空中。海洋吸收阳光后保有这种热度, 然后将其传送到大气中。“这就形成了一个恶性循环,” Meier 说。“空气中的热度使得更多的冰层融化, 然后造成更多的海洋变暖, 又造成了更多的空气变暖, 如此循环往复。”

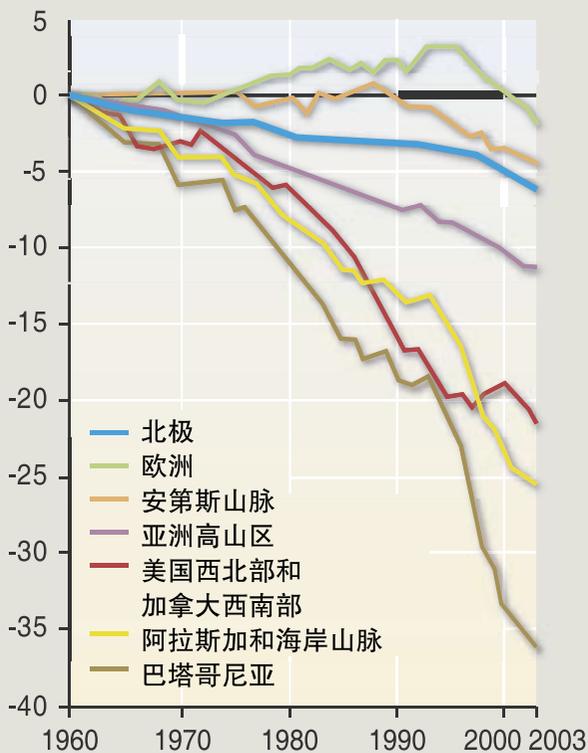
卫星图像显示, 自1979年以来, 北极海冰每十年下降约9%, 其后果是显而易见的。在1979年9月, 北极海冰覆盖面积略超过300万平方英里, 约等于美国本土48个州的面积, Meier 说。然而, 截至到2010年9月, 北极海冰的面积已经减少到大约180万平方英里<sup>10</sup>。

与此同时, 气候变化似乎对北极风和洋流间的互动发挥着神秘的影响, 位于英国剑桥的英国南极调查局 (British Antarctic Survey) 科学家 Hamish Pritchard 说。他说, 当北极风的方向和速度发生变化时, 会推动温暖的洋流更为接近格陵兰海岸, 造成了支撑岛内巨大冰盖的冰川流入大海。

冰川利用降雪形成大量冰团, 同时这些冰团会随着冰山崩裂而脱落下来, 从而达到一种平衡状态。但是, 如果脱落的冰团的量大于降雪累积形成的新冰团的量,

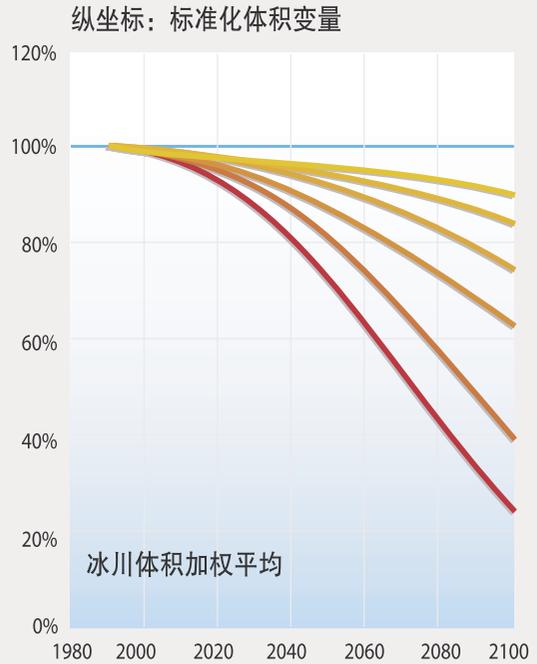
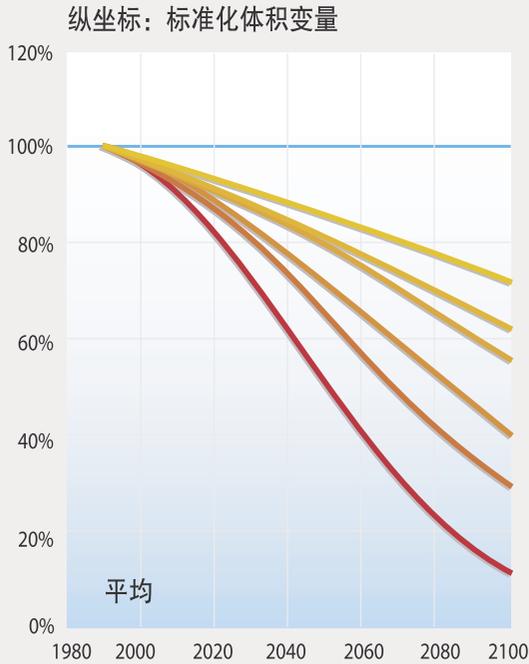
## 近年来冰川的变化<sup>18</sup>

纵坐标: 水当量米数



七个山区累计冰川冰层的平衡图表明, 大多数山地冰川正在融化, 在过去十年中总体冰层消融速率在增加。

近年来冰川的变化<sup>18</sup>



按比例排列的冰川体积的变化反映了气候变化场景的范围。刻度为°C/年，\*表示温度每升高1°C，降水量增加10%。左图显示了所有模型结果的平均值，右图显示了冰川体积加重的结果。

Pritchard说格陵兰目前就处于这种情况，那么海水就可以入侵到沿海冰川与陆地接壤的地方。“当冰接触到海水时就会融化，从而侵蚀了冰川的边缘，” Pritchard说。最近，加州大学欧文分校（University of California, Irvine）地球科学家Eric Rignot观察到格陵兰岛的沿岸冰川在其浮动终点的融化速度是他们在陆地上的100倍<sup>11</sup>。

与此同时，温暖的空气从冰盖上层融化冰层。约10年前，科学家们发现“冰臼群”或冰盖内的窄缝意外地从地底排出大量的夏季冰面融水。当这些水在冰盖下累积时，会将冰块抬离地面，开始向沿海快速流动，缅因大学奥罗诺分校（University of Maine, Orono）副教授Gordon Hamilton解释道。

IPCC在其2007年评估报告中认为这不

是“冰臼效应”，在这份报告中，IPCC预测到2099年，海平面上升高度可能高达2英尺<sup>3</sup>。Hamilton说，在模型中考虑冰流向沿海的更快流速将提高这些预测值，但具体能提高多少尚不清楚。

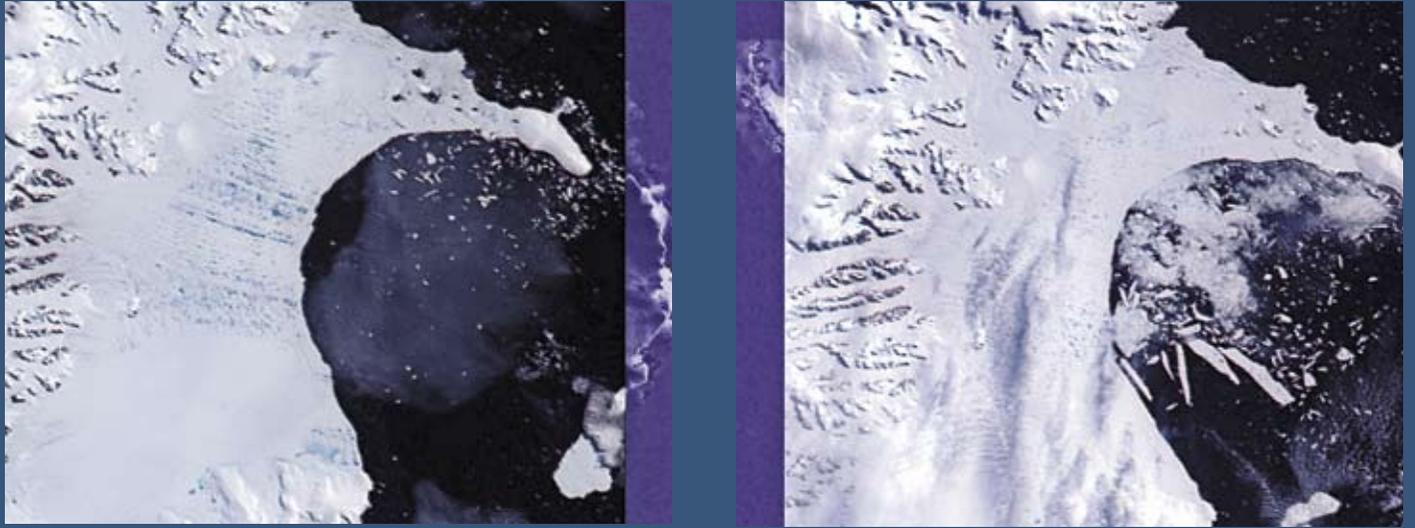
**南极的变化**

在南极洲，夏季冰融的问题目前还没有这么严重，迄今为止南极的多数冰盖仍终年冰冻。（另一方面，大部分格陵兰区域与挪威共处于同一纬度）南极洲纵贯山脉（Trans-Antarctic Mountains）将南极洲分为东、西两块大陆，东南极洲冰盖是地球上最大的冰层，含有足以将海平面提高近200英尺的水。但是，美国国家航空航天局（National Aeronautics and Space Administration）的气候学家Claire Parkinson认

为，东南极洲的冰盖处在高于现今海平面的陆地之上，而且一般认为是稳定的。

然而，西南极洲冰原位于低于海平面大约一英里的陆地上，这意味着如果冰盖不存在的话，这里将会为深海所取代。这使得西南极洲冰原容易受到海水的侵蚀，从而加速其破碎瓦解<sup>12</sup>。沿岸冰架（悬浮在海洋之上的部分冰盖）支持了冰块从大陆流向海洋，但地质学历史提示有巨大变化发生的可能。“有限的证据表明，在更新世时期，西南极洲冰盖有可能在一个或更多的间冰期发生过解体，而更新世时期是从近200万年前一直持续到大约12万年前，” Parkinson说。

西南极洲的两个最大冰架——西部的罗斯冰架和东部的龙尼-菲尔希纳冰架——目前均保持稳定，Parkinson说。然而，根据



2002年1月31日

**NASA的MODIS卫星传感器捕捉到的拉森B冰架的真彩图像，显示了该冰架开始发生壮观崩裂的情形。在此图像中，暗蓝色的融化的池塘点缀在冰架表面。**

2002年2月17日

**冰川小的断裂在继续；几个融化的池塘通过冰架内新的裂缝排水。**

Pritchard的说法，西南极洲中央的冰川正在加速变薄；松岛冰川变薄速度达每年18英尺，邻近的史密斯冰川变薄的速度为每年27英尺，而特怀特冰川则为每年12英尺<sup>13</sup>。

其他附近的冰川也在变薄，NSIDC的冰川学家Ted Scambos认为，这是风向和风俗的改变造成了温暖的深海海水涌入海岸所造成的结果。他说，南半球的臭氧层空洞引起上层大气的局部温度升高，反过来又影响当地的气流，从而造成了这种动力学的改变<sup>14</sup>。

Csatho认为，一些内陆地区降雪量的强劲增长部分抵消了西南极洲冰架的消失，因此目前对冰盖可能会造成的危害程度尚不能定论。“但是，如果冰架真的坍塌的话，那么冰盖部分流向海洋的危险性将会大大的增加，” Parkinson补充道。

科学家们在1968年首先考虑到这种可能性的存在，已故俄亥俄州立大学教授John Mercer曾预测，由工业污染造成的全球变暖

可能会破坏西南极洲冰架并使得其冰盖向海岸漂流<sup>15</sup>。当南极半岛的陆地冰向北部延展的拉森冰架于1995年开始摇摇欲坠的时候，Mercer先前的警告似乎显得非常有先见之明。名为拉森A的冰棚首先发生解体，七年后拉森B也随之解体，近1300平方英里的冰棚在一个月的时间内发生大规模地崩塌解体，而这些冰棚已存在超过一万年的时间了<sup>10</sup>。

根据Scambos的说法，拉森冰架的坍塌并没有对海平面造成影响，因为他们已经漂浮和取代了海水。重要的是，当冰架消失了，其后方的陆基冰川开始加速向海岸移动，就像Mercer预测的那样。Scambos说，南极半岛没有足够的陆地冰能使海平面明显地提高。然而，特怀特冰川、松岛冰川和史密斯冰川则完全不同，因为西南极洲冰盖就在他们的后方，其容量足以造成更为灾难性的海平面上升。

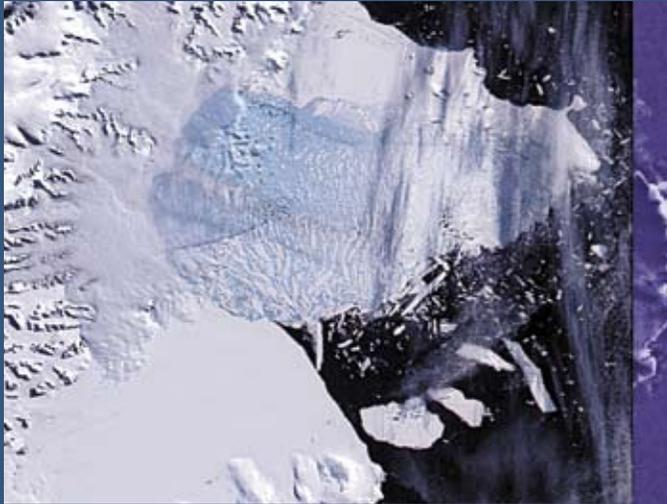
### 冰川融化对人类意味着什么？

没有人知道在未来几十年全球海平面将上升到何种水平，或者会有多少人会受到影响，尽管小的岛屿国家和沿海预计将会承受海平面上涨影响的冲击<sup>16、17</sup>。但有证据表明，冰川退缩已经通过所谓的冰川湖溃洪（glacier lake outburst floods, GLOFs）的增加对人类产生了影响<sup>18</sup>。

过多的冰川径流可以在下游池区汇集，其所形成的湖泊年复一年地出现和消失。当这些湖泊溃堤的时候，由此产生的GLOFs就会危及到当地的生活和基础设施。

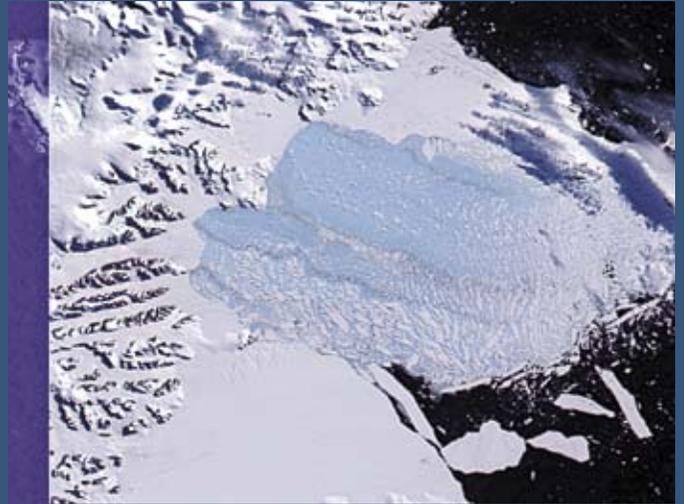
“在2006年3月，奎尔卡亚冰帽发生雪崩下滑到这些湖泊的其中一个，引发了一次小型海啸，造成大坝被冲垮，洪水淹没了大坝下的整个山谷，” 俄亥俄州立大学冰川学教授Lonnie Thompson说道。秘鲁的奎尔卡亚冰帽是世界上最大的热带冰层。

Thompson补充说，如果安第斯冰川完全消失了，秘鲁人民可能会面临另一个问题：



2002年3月5日

在冰架先前存在的地方，有成千上万的银白色冰山和大量淡蓝色区域的非常细小的浮冰。浮冰区域褐色条纹显示的是原来冰架底部和内部的残骸。



2002年3月7日

仅在5周的时间之内，冰川崩塌的总面积就达到了约1250平方英里。

水资源的显著短缺。事实上，“零度等温线”或者积雪开始融化的海拔线，在春季更早的时间点已经攀升到更高的海拔高度，这反映出气温的稳定升高<sup>19</sup>。这意味着雪和冰川会过早地融化，人们关注这一问题是因为他们必须依赖融化的雪水来保证季节性供水。

现在这种情况已经在秘鲁发生了，许多居民依赖于安第斯冰川的雪水融化来保证生活和工业用水的需求<sup>18</sup>。在1978年，自奎尔卡亚冰帽延伸出来的库里卡利斯冰川每年后退18英尺<sup>20</sup>。但在过去15年中，这一比率上升到平均每年180英尺，自1978年来，25%的冰川已经消失了<sup>20</sup>。“我们预计，库里卡利斯冰川融化速度会进一步加快，”Thompson说。

同样，美国西南部的社区也依赖Sierra内华达山脉积雪融化形成的水源，这种积雪的融化在加州东部边界群山上每年都会发生。Sierra内华达山脉的积雪在十月份开

始累积，四月左右达到顶峰，然后完全融化。当夏季降雨量减少的时候，融化的积雪会弥补水量的不足，排入到水库中，为整个西部各州提供重要的水源供应<sup>21</sup>。

根据加州大学洛杉矶分校（University of California, Los Angeles）大气和海洋科学博士研究生Sarah Kapnick的研究结果，自1930年以来，内华达山脉积雪消融时间每十年提前约0.6天，现如今与80年前相比，其积雪开始融化的时间提前了一个星期<sup>22</sup>。她说，假如这一趋势持续加速的话，到本世纪末，积雪融化高峰将又会提前一至三个星期。如果峰值显著提前的话，那么融化的雪水将会超过水库容量，并可能产生春季洪水，而在洪水过后，社区的供水量会持续减少，Kapnick说。

除了美国西南部地区和秘鲁之外，目前还不清楚还有哪个地区的冰雪融化可能会影响到当地群众的供水。有人说，东喜马拉雅大面积的冰川退缩可能会威胁到南

亚13亿人口<sup>23</sup>。Armstrong说，世界上几条主要的河流，包括恒河（the Ganges）、印度河（the Indus）和长江（the Yangtze），都发源于喜马拉雅山脉，因此在该地区居住的许多人坚信，冰川退缩将会减少下游的水流。然而事实上，IPCC在其2007年的报告中警告说，如果喜马拉雅冰川群正发生着灾难性的后退的话，恒河、印度河以及印度北部平原的其他河流可能会变为季节性（间歇性）河流<sup>3</sup>。

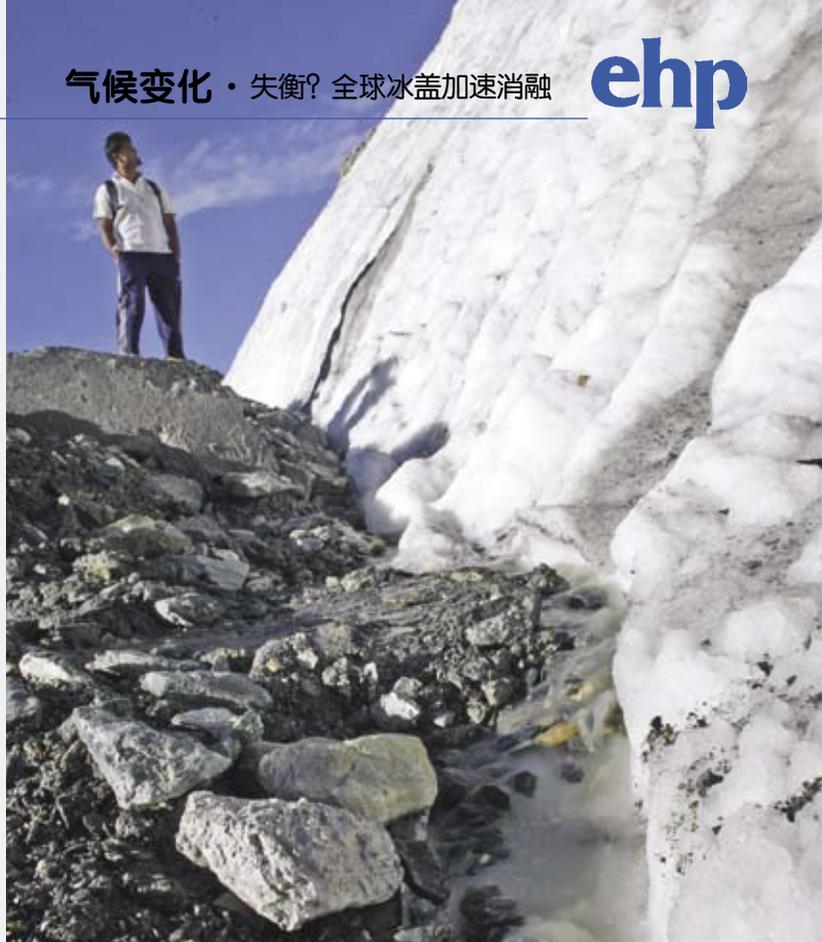
然而，Alford和Armstrong于2010年3月完成了世界银行（World Bank）资助的一个研究，认为IPCC可能夸大了他们的结论<sup>24</sup>。根据他们的分析，在恒河源头的尼泊尔山区，每年冰川融化产生的水量仅占进入河流总水量的4%<sup>24</sup>。其余的水来自于季节性融雪和季风降雨，这才是河流在六月到九月水流的主要来源，Armstrong说。

“所以，即使喜马拉雅冰川完全消失，恒河下游的流量也将不会受到显著的影



Ngozumpa冰川（上图）是尼泊尔最大的冰川。喜马拉雅冰川已促使一些冰川湖溃洪，冰川融化后形成的湖水突然倾泻而下。Hopar冰川（下图，山顶）坐落于巴基斯坦的喀喇昆仑山脉中。喀喇昆仑山的许多冰川似乎能维持稳定，甚至能继续延伸，展示了地区差异性在变化的冰冻圈中所起的举足轻重的作用。





诸如加州的奥罗维尔湖（下图，拍摄的是过去三年持续干旱的情形）等水库的水源主要来自于内华达山脉（上图，底部）的融雪。与1930年相比较，内华达山脉积雪的融化时间提前了几乎一个星期。如果这种趋势继续下去或加速的话，就可能会增加春季洪水和随后季节干旱的可能性。



Upper right: Paula Bronstein/Getty Images. All other images: Shutterstock

响，”Armstrong说。

区域差异使得科学家们很难预测气候变化对喜马拉雅雪山的影响。即使东部地区的冰川后撤，但西部地区的冰川仍旧会维持稳定状态，甚至还在继续延伸，因为西部地区位于高海拔地区，那里的温度不会降至冰点以下。“降水（雪）量是一张百搭牌，”Armstrong说。“大多数气候模型都能模拟出随着温室气体的增加温度上升的漂亮且一致的结果，但当涉及到降水（雪）量时，气候模型计算出来的结果就不一致了，随着气候变化，有些模型得出降水量增加的结果，而其他一些模型则得出降水量减少的结果，这取决于冰川所在的位置。如果降水量增多了，那么当山上的冰雪高于结冰高度时，降水量就会下降，而且随着高海拔地区冰川物质的增加，降水量又会逐渐增加。

### 开放式的变化

Armstrong的观点说明了一个重要问题：尽管气候变化已经对全球产生了影响，但其影响在不同地区的表现方式是不同的。而这种复杂性使得人们能对其成因和未来的影响进行公开地辩论，甚至是攻击。

但Scambos强调，如果将全球体系视为一个整体，那么基本的真相就会浮现出来。“几乎地球上每个冰川区域都在发生退缩，正如南极和北极发生的情况一样，”他说。据此我们可以得出这样一个结论——海洋、陆地和空气的变暖正在同时发生。”

Charles W. Schmidt, 科学硕士，缅因州波特兰人，《探索杂志》（*Discover Magazine*）、《科学》（*Science*）和《自然医学》（*Nature Medicine*）的撰稿人。

译自 *EHP* 119(1):A20-A28 (2011)

翻译：张蕴晖

\*本文参考文献请浏览英文原文

原文链接

<http://ehponline.org/article/info:doi/10.1289/ehp.119-a20>

## 气候变化与儿童健康

气候变化可能会引发暴雨、暴雪、热浪或使其他极端天气的频度或强度增加，大量研究表明，气候变化已经在疾病负担中起了越来越大的作用。一篇新的综述使用了儿童健康模型对气候导致疾病负担增加的最新数据进行总结[参见*EHP* 119(3):291-298; Sheffield和Landrigan]。作者也探讨了他们认为需要整合到公共卫生规划中的预防策略。

2000年世界卫生组织（WHO）估计气候变化可能导致全球超过15万人死亡及损失550万伤残调整生命年。其中88%以上都发生在小于5岁的儿童中，尽管儿科疾病负担在高收入国家仅占5%，在中低收入国家分别占31%。

儿童天生对气候敏感，因为他们在心理和代谢方面对于热和其他气候相关暴露的适应性比成年人更差。快速发育和单位体重的更高暴露水平使他们对环境暴露更为敏感，他们的饮食习惯及行为可能使他们暴露在不同于成人常碰到的物质。更长的未来期望寿命值会为新的、正在恶化的危害提供更多暴露的时间。对于看护者的依赖也决定了儿童不能控制他们的周边环境或将他们带离危害他们的环境。

在本次综述中，作者分析了可能源于气温增高、极端天气频率或强度的增加以及海平面的上升而引起的健康结局，其中包括虫源性疾病如疟疾、登革热以及腹泻等相关疾病的患病率增加，极端气候和有毒化学物的暴露增加（例如天气变化影响

杀虫剂的使用方式），以及海平面升高、作物减产和食品安全问题引起的贫困及迁徙的危险性增高。其他影响包括营养不良以及增加的过敏原及空气污染暴露而引起的相关问题。危害程度随着社会经济水平和地理位置的不同而变化。

作者提出，有利于减轻儿童疾病负担的预防策略应该将气候变化适应整合到目前的规划中，同时使用WHO推荐的国际统一的方法来对儿童的暴露水平及环境卫生指标进行检测。他们强调，这种新的气候敏感型的疾病预防规划应力求不仅在短期内保护儿童及父母，而且为未来若干年儿童成为可塑的成年人做好准备。他们还指出，健康影响评估应作为一项新型的工具来帮助形成更明智的政策，以解决多个已存在的问题及减轻未来负担。

Tanya Tillett, 文学硕士，定居于北卡罗来纳州达勒姆市。她自2000年加入*EHP*，是编辑和写作人员，并代表*EHP*参加过国内与国际会议。

译自 *EHP* 119(3):A132 (2011)

翻译：俞晓静

原文链接

<http://ehponline.org/article/info:doi/10.1289/ehp.119-a132b>